

Frey, Karl

Effekte der Computerbenutzung im Bildungswesen. Ein Resümee des heutigen empirischen Wissensstandes

Zeitschrift für Pädagogik 35 (1989) 5, S. 637-656



Quellenangabe/ Reference:

Frey, Karl: Effekte der Computerbenutzung im Bildungswesen. Ein Resümee des heutigen empirischen Wissensstandes - In: Zeitschrift für Pädagogik 35 (1989) 5, S. 637-656 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-145303 - DOI: 10.25656/01:14530

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-145303>

<https://doi.org/10.25656/01:14530>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Zeitschrift für Pädagogik

Jahrgang 35 – Heft 5 – September 1989

I. Essay

HANS AEBLI

Weisheit: auch ein Ordnen des Tuns? 605

II. Thema: Computer in der Schule II

BERND WEIDENMANN/
ANDREAS KRAPP

Lernen mit dem Computer, Lernen für den Computer – Einleitung der Herausgeber zum Themenheft 621

KARL FREY

Effekte der Computerbenutzung im Bildungswesen. Ein Resümee des heutigen empirischen Wissensstandes 637

HEINZ MANDL/
AEMILIAN HRON

Psychologische Aspekte des Lernens mit dem Computer 657

ADOLF KELL/
ANNE SCHMIDT

Computer und Informations- und Kommunikationstechniken in der Gesellschaft: Bildungspolitische und pädagogische Reaktionen auf neue Anforderungen 679

ROLAND LAUTERBACH

Auf der Suche nach Qualität: Pädagogische Software 699

III. Diskussion

DIETHELM JUNGKUNZ/
KARL BODINET

Korrelative Bedeutung von Testergebnissen, schulischer Vorbildung, Berufsschulnoten und Fähigkeitseinschätzungen für Berufsabschlußnoten 711

IV. Rezensionen

- | | |
|--------------------|---|
| JÜRGEN OELKERS | WOLFGANG BREZINKA: Erziehung in einer wertunsicheren Gesellschaft. Beiträge zur praktischen Pädagogik 731 |
| JÜRGEN OELKERS | HANS-JOCHEN GAMM: Pädagogische Ethik. Versuche zur Analyse der erzieherischen Verhältnisse 731 |
| ANDREAS FLITNER | ULRICH DUCHROW/RAINER ECKERTZ (Hrsg.): Die Bundeswehr im Schulunterricht. Ein Prozess gegen die Indoktrinierung 735 |
| ANDREAS FLITNER | LUDWIG DUNCKER (Hrsg.): Frieden lehren? Beiträge zu einer undogmatischen Friedenserziehung in Schule und Unterricht 735 |
| ANDREAS FLITNER | ARMIN BERNHARD: Mythos Friedenserziehung. Zur Kritik der Friedenspädagogik in der Geschichte der bürgerlichen Gesellschaft 735 |
| ANDREAS FLITNER | ARMIN BERNHARD: Friedenserziehung als Legitimation von Herrschaft. Eine ideologiekritische Untersuchung über den Zusammenhang von etablierter Sicherheitspolitik und affirmativer Pädagogik 735 |
| CHRISTIAN NIEMEYER | MICHAEL WINKLER: Eine Theorie der Sozialpädagogik. Über Erziehung als Rekonstruktion der Subjektivität 740 |

V. Dokumentation

Pädagogische Neuerscheinungen 747

Contents

I. Essay

HANS AEBLI	Wisdom: Does it Regulate Action? 605
------------	--------------------------------------

II. Topic: Computers in Schools II

BERND WEIDENMANN/ ANDREAS KRAPP	Learning with the Computer, Learning about the Computer – An Introduction 621
KARL FREY	Effects of Computer Use in Education. A Survey on Empirical and Meta-Analytical Studies 637
HEINZ MANDL/ AEMILIAN HRON	Psychological Aspects of Learning with the Computer 657
ADOLF KELL/ ANNE SCHMIDT	Computers, Information and Communication Technology within Society – Educational-Political and Pedagogical Reactions to New Demands 679
ROLAND LAUTERBACH	In Search of Quality – Educational Software 699

III. Discussion

DIETHELM JUNGKUNZ/ KARL BODINET	Correlative Significance of Test Results, Educational Background, Grades Achieved in Vocational Training, and Assessment of Competence with Regard to the Grades in the Final Examinations in Vocational Training 711
------------------------------------	---

IV. Book Reviews 731

V. Documentation

New Books 747

Effekte der Computerbenutzung im Bildungswesen

*Ein Resümee des heutigen empirischen Wissensstandes**

Zusammenfassung

Wir verfügen heute über gut 400 empirische Untersuchungen zur Auswirkung der Computernutzung; eine doppelte Zahl an Fallstudien und Praxisberichten nicht mitgerechnet. Es ist also an der Zeit und möglich, eine erste systematische Bestandesaufnahme durchzuführen. Unsere Recherchen erfassen Studien bis Mitte 1988. Sie konzentrieren sich auf die folgenden Themen: a) Auswirkungen von Computern nach Schulstufen und Hochschule; b) besonders geeignete Programmtypen; c) Unterschiede nach Fächern; d) Einstellungsänderungen bei den Schülern; e) soziale Auswirkungen; f) Auswirkungen auf schwache Schüler; g) Methodische Anforderungen an künftige Forschung.

1. Ausgangslage

Die Einführung der Computer wurde von einer umfangreichen öffentlichen Rhetorik begleitet. Die einen versprachen sich ein neues Bildungswesen für die Informationsgesellschaft. Die anderen befürchteten den Zerfall der klassischen Kultur und der zwischenmenschlichen Beziehungen. Inzwischen haben wir mehrere Jahre pädagogischer Praxis hinter uns. Es stehen weltweit 1.5 bis 2 Millionen Computer in obligatorischen, beruflichen und höheren Schulen. Sie sind Lernvehikel in den herkömmlichen Fächern. Sie sind Lerngegenstand in der neuen Disziplin Informatik. Die großen deutschsprachigen Softwarekataloge enthalten einige hundert, die amerikanischen einige tausend Lehr- und Lernprogramme. Auch die Forschung über Computerbenutzung kann einen respektablen Wissensstand vorweisen. Wir verfügen heute über gut 400 empirische Untersuchungen zur Auswirkung der Computernutzung; eine doppelte Zahl an Fallstudien und Praxisberichten nicht mitgerechnet. Die 400 Untersuchungen verteilen sich auf zwei große Gruppen; etwa 300 auf Computersysteme als Lernhilfen in Geographie, Mathematik und anderen Fächern und 100 auf den Computer als Fach, also auf Informatik, und hier besonders auf das Programmieren.

Es ist also an der Zeit und möglich, eine erste systematische Bestandesaufnahme durchzuführen. Damit ersetzen wir nicht die öffentliche Rhetorik. Sie begleitet alle größeren Erneuerungen in informationsoffenen Gesellschaften. Zudem fördert sie die gesellschaftliche Psychohygiene angesichts von Unge-
wißheit. Es wird ausgesprochen, was bei vielen als Unbehagen mitschwingt.

* Der Artikel basiert auf der Antrittsvorlesung an der ETH-Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich am 8. November 1988.

Unser Beitrag möchte in einigen Fällen festzustellen versuchen, ob Versprechungen gerechtfertigt und Befürchtungen begründet sind.

2. Wissensbasis

Unsere Recherchen erfassen Studien bis Mitte 1988.

(1) Zu diesem Zeitpunkt haben wir die Forschungskoordinatoren der internationalen Computerstudie angeschrieben. Sie stammen aus 18 Ländern und führen die erste international vergleichende Erhebung über die Computerbenutzung im Bildungswesen durch. Diese Forschungskoordinatoren haben uns die neuesten Untersuchungen aus ihren Ländern geschickt. Beteiligt sind Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Griechenland, Hongkong, Irland, Israel, Italien, Japan, Kanada, Luxemburg, Neuseeland, Niederlande, Ungarn, Polen, Portugal, Schweiz, USA.

(2) Dann haben wir die letzten Jahrgänge der einschlägigen internationalen Zeitschriften und die neueren Kongreßberichte ausgewertet. (Die Durchsicht und Auswertung besorgte CLAUDIA SPIESS.)

(3) In der Pädagogik gibt es mehrere Arbeitsgruppen, die weltweit empirische Untersuchungen sammeln, nach Fragestellung sortieren und quantitativ zusammenfassen. Diese Metaanalysen sind die wichtigste Grundlage unserer Übersicht.

(4) Mit 8 Untersuchungen hatte ich am Kieler IPN-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften selber zu tun. Dort haben Mitarbeiter z.B. das Lernen mit verschiedenen Computersprachen oder die Auswirkung der Computerbenutzung auf das Leseverhalten untersucht.

Die Schwellen- und Entwicklungsländer sind in unserer Übersicht praktisch nicht vertreten. Es gibt kaum Untersuchungen, obwohl sich viele von ihnen um Computer in der Bildung bemühen. Hauptlieferant der Untersuchungen sind die angelsächsischen Länder mit Australien, USA, Kanada und Großbritannien. Unsere Feststellungen gelten für westliche Industrieländer. Darüber hinaus kann man sie nicht verallgemeinern.

3. Methodisches Vorgehen

Wenn so viele Studien vorliegen wie in unserem Falle, gibt es zwei verschiedene Verfahren.

(1) Man nimmt die Daten von allen Untersuchungen und verrechnet sie mit einem statistischen Verfahren, das allen Untersuchungen gerecht wird. So erhält man einen mittleren Wert, der die Wirksamkeit oder Wirkungslosigkeit einer pädagogischen Maßnahme angibt. Das Verfahren heißt Metaanalyse und kann mit verschiedenen Formeln durchgeführt werden (GLASS u. a. 1981). In den letzten Jahren hat sich ein Maß für die Effektstärke durchgesetzt, das folgendermaßen berechnet wird: Differenz zwischen Experimentalgruppe und

Kontrollgruppe, dividiert durch die Standardabweichung der Kontrollgruppe. Effektstärken von 0.2 oder 0.3 darf man bereits zur Kenntnis nehmen, solche ab 0.4 oder 0.5 sind beachtlich und können eine Verdoppelung der Wirkung in der Experimental- gegenüber der Kontrollgruppe bedeuten. Die besten Werte im pädagogischen Bereich bewegen sich um 1. Rund 10 % aller so erfaßten pädagogischen Interventionen haben negative Effekte (FRASER u. a. 1987). Das heißt: wenn man nichts oder das Bisherige tut, erreicht man mehr. Metaanalysen erlauben allgemeine, gut abgesicherte Aussagen, aber sie sind unspezifisch. Über lokale Bedingungen pädagogischer Maßnahmen geben sie keine Auskunft. Sie sagen nicht, was man in Manhattan-Süd an der Schule in der 110. Straße machen muß, jedoch, ob bei Simulationen überhaupt Wirkungen einer bestimmten Größenordnung erwartet werden dürfen.

(2) Anders ist es beim zweiten Verfahren. Man wählt in Hinsicht auf eine Fragestellung einzelne sorgfältig durchgeführte Untersuchungen aus. Wer wissen will, ob die Computerbenutzung das Freizeitverhalten beeinflusst, wird zum Beispiel die zwei Studien von SPANHEL (1987) und SINHART/LEHMANN (1988) konsultieren. Diese zwei Arbeiten liefern detaillierte Erkenntnisse, auch über die Wechselwirkung von Variablen. Die überzeugendsten Ergebnisse werden zusammengestellt. Das Verfahren heißt „best-evidence synthesis“ (SLAVIN 1986). Mit diesem Verfahren geht man also exemplarisch in die Tiefe, hat aber nur ein oder zwei Untersuchungen, die das gleiche Resultat erbracht haben und nicht ein mittleres Maß von 20 oder auch 100 Untersuchungen wie in den Metaanalysen.

Natürlich haben sich bereits Wissenschaftlerfanclubs gebildet: die „Metaanalytiker“ und die „Best-Evidenceler“. Für diese Studie habe ich mir die Mütze der ersteren angezogen. Nicht aus reiner Sympathie, sondern wegen höherer Rationalität. Soft- und Hardware sind einer großen Variation und raschen Entwicklung unterworfen. Unserer Aussagen werden härter, wenn wir uns auf die Metaanalysen von vielen Untersuchungen stützen, als wenn wir nur einzelne Untersuchungen synoptisch betrachten. Allerdings verlieren wir viele Einzelheiten.

4. Auswirkungen nach Schulstufen und Hochschule

4.1. Verbreitung, Verweildauer am Computer

Die Verbreitung der Datenverarbeitungsgeräte ändert sich von Tag zu Tag. Eine internationale Registrierstelle gibt es nicht. 80–90 % aller Schulen ab der Sekundarstufe haben Geräte angeschafft. Die Primarschulen variieren international sehr stark. Die Verweildauer eines Schülers vor dem Gerät bewegt sich im Mittel über das Jahr betrachtet nicht in der Größenordnung von Tagen, sondern von Stunden. Ein typisches Programm in Lesenlernen oder Sekundarschulmathematik belegt pro Woche vielleicht 3 mal 20 Minuten. In der Regel hat der Schüler nicht parallel in mehreren Fächern derartige computerunterstützte Angebote. Somit haben wir es pro Woche mit einer halben bis zwei Stunden zu tun. Das Mittel der Computerbenutzung durch Kinder und

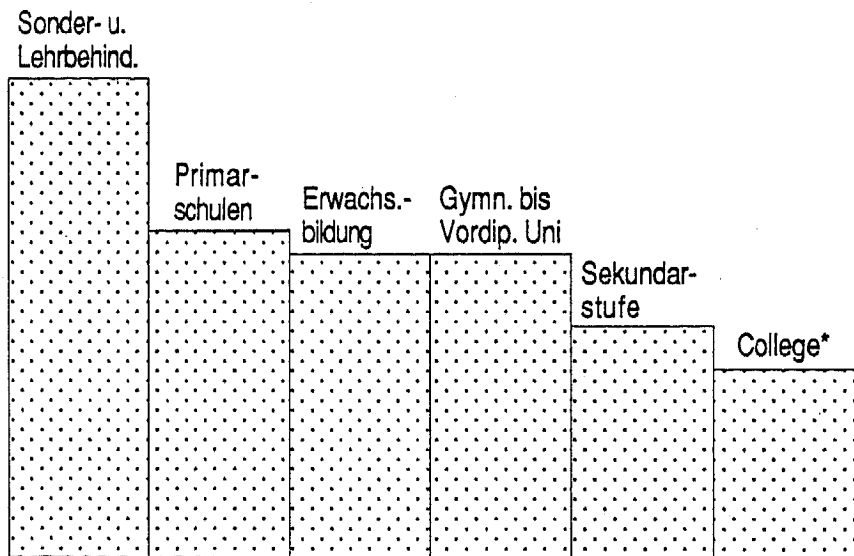
Jugendliche in obligatorischen Schulen erreicht im internationalen Mittel noch keine Stunde pro Woche. Auch Japan und USA heben sich hier nicht ab. Vorreiter sind eher Frankreich, Großbritannien und Norwegen. Doch wie gesagt, zu diesem rein quantitativen Verbreitungsaspekt gibt es noch keine internationale Statistik. Die erste wird ein Nebenprodukt der genannten IEA-Computerstudie sein.

Besuchen die Jugendlichen das Fach Informatik oder einen Programmierkurs, verändert sich das Bild. Doch auch hier sind nur 20–30 % der Jugendlichen zwei und mehr Stunden außerhalb des Unterrichts am Gerät (LEHMANN 1985; MADINACH/LINN 1987; BECKER 1988).

4.2. Wirksamkeit

Hier gibt es für viele eine Überraschung: Computergestützte Programme bringen im Vergleich zum Standardunterricht in Schulen für Lernbehinderte und in Sonderschulen den größten Nutzen. Die Effektstärke übertrifft jene der Sekundarstufe um das Doppelte. Dann folgen die Primarschulen.

Abbildung 1: Wirksamkeit nach Schularten



ES .66 .45 .42 .42 .32 .26
N 26 28 24 11 42 101

N Anzahl Untersuchungen; ES Effektstärke;

* Das College umfaßt die zwei letzten Jahre des Gymnasiums und die zwei ersten Jahre der Universität. (Abbildung vom Autor nach Daten von Walberg 1988).

Offensichtlich adaptieren sich computergestützte Programme besonders gut an die speziellen Bedürfnisse von jüngeren Kindern und Jugendlichen mit Lernschwierigkeiten. Sie berücksichtigen das Lerntempo und differenzieren zwischen den Individuen, was eine Lehrerin oder ein Lehrer mit 20 bis 30 Schülern in diesem Ausmaße nicht leisten kann. Die Konsequenz aus diesen Daten ist nicht der vorbehaltlose Einsatz von Programmen im Sonder- und Behindertenbereich. Aus meiner Sicht würde es sich jedoch lohnen, dafür einen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt zu schaffen. Wir stehen erst am Anfang einer großen Entwicklung zur Förderung individueller Fähigkeiten.

In der Primarschule ist die Sachlage im wörtlichen Sinne ambivalent. Wer auf möglichst gute Schreib-, Lese- und Rechenleistungen Wert legt, und dies auch noch für Randgruppen, die bislang benachteiligt waren, sollte hier aktiv werden. Wer dagegen auf eine Schule ohne die üblichen Primarschulnoten und die nachfolgende Momentanselektion setzt, kann während der nächsten Jahre die Computer links liegen lassen. Allerdings sollte man die Arbeiten in Frankreich, Schottland und den USA im Auge behalten. Dort könnten sich pädagogisch interessante Entwicklungen auftun. Vor allem die Peripherien werden sich ändern. Es gibt nicht nur die Schreibmaschinentastaturen, um mit dem Gerät umzugehen. Zudem sind die Lernprogramme in einem Satz von anderen Lernhilfen eingebettet.

5. Besonders geeignete Programmtypen

Wir unterscheiden hier vier verschiedene Nutzungsarten.

5.1. Übungsprogramme

Der Schüler oder Student sitzt am Gerät. Er repetiert Vokabeln oder löst Mathematikaufgaben. Wie beim programmierten Unterricht erhält er sofort Feedback, oft eine Zusatzaufgabe oder Wiederholungsanleitungen. Wir schätzen, daß 80 % aller Teach- und Software zu dieser Kategorie gehört (LAUTERBACH/FREY 1987). Die angelsächsischen Kollegen nennen diesen Typ „drill and practice“ Programme.

5.2. Tutorielle Programme

Der Tutor ist ein kleiner Lehrer. Er bemerkt die Denkfehler des Schülers. Er zerlegt ihm die Aufgabe, die zu kompliziert ist. Er stellt eine Differentialdiagnose und bemerkt, welche Zusätze der Schüler zu seinem Lernerfolg noch braucht. Diesen Zusatz bietet er ihm an und schickt ihn auf eine Schleife. Hinter dem Tutor steht ein kleines Expertensystem und hie und da eine wissenspsychologische Theorie (MANDL/SPADA 1988).

Im Gegensatz zum Übungsprogramm ist die Definition eines tutoriellen Programmes schwierig. Der Marketingfleiß verführt manchen Autor, sein

Programm zu vergolden. Es ist wie bei der Künstlichen Intelligenz. Manche Autoren titulieren bereits ihr Übungsprogramm mit einigen Schleifen als tutorielles Programm und sprechen von KI. Bei scharfen Maßstäben gibt es einige Dutzend, bei weniger scharfen einige Hundert tutorielle Programme.

5.3. Simulationsprogramme

Hier visualisiert der Pädagoge auf dem Bildschirm einen Zusammenhang, einen Ablauf oder irgendeinen anderen Lernstoff. Eine solche Simulation zeigt zum Beispiel die Wanderung der Elektronen in einem einfachen elektrischen Stromkreis. Der Schüler drückt auf eine Taste und errichtet damit einen Widerstand. Und sofort sieht er die Veränderung des Elektronenflusses. Viele Fachsendungen im Fernsehen über Medizin, Wirtschaft und Recht arbeiten mit solchen Simulationen. Der Unterschied zur Simulation am Lehrcomputer besteht nur darin, daß Fernsehzuschauer nicht selber eingreifen können, um die stehenden und fließenden Bilder allmählich besser zu verstehen.

In der Schulpraxis sind die Computersimulationen der zweithäufigste Programmtyp. Zur Zeit wird er von Textverarbeitungsprogrammen abgelöst. Unter Lehrern und auf dem Markt kursieren einige tausend derartige Simulationen. Übungsprogramm, tutorielles Programm und Simulationsprogramm werden auch unter der Sammelbezeichnung computerunterstütztes Lernen zusammengefaßt (z.B. WILLETT u.a. 1983, S. 407). Von diesen Programmen unterscheidet sich das computerorganisierte Programm.

5.4. Computerorganisiertes Programm/Computer managed instruction

Hier fungiert der Computer als Verwalter und Organisator von vielen kleinen Programmen. Diese können allen drei genannten Programmtypen angehören. Die Schüler bearbeiten am Computer ein Programm von 20 oder 30 Minuten. Dann verlangen sie von ihm einen Test. Der Computer korrigiert den Test und gibt den Schülern je nach Ergebnis Anweisungen für das nächste Programm, das sie studieren sollen (NIEMIC/WALBERG 1985, S. 439). Der Computer ist also eine Programmbibliothek mit verschiedenen Lehr- und Lernprogrammen und organisiert auch noch den Gang durch die Bibliothek entsprechend den Lernzielen oder Wünschen des Schülers. Solche Organisatoren sind noch selten. Für die Primarschule sind sie an einer Hand abzuzählen.

5.5. Welcher Programmtyp ist nun pädagogisch am wirksamsten?

Primarschule

Das Übungsprogramm führt Primarschüler zu guten Erfolgen. Dagegen fallen die bisherigen computerorganisierten Programme ab (ebd.; auf der Basis von 48 Untersuchungen). Bei den Tutoren scheint die Qualität des individuellen Programmes ausschlaggebend zu sein. Dies entnehmen wir KULIK und Mitarbeitern, die 24 Übungsprogramme sowie je 4 Tutoren und 4 Organisatoren verglichen und im Gegensatz zu NIEMIC und WALBERG für die Tutoren gegenüber den Übungsprogrammen leicht höhere Werte erhalten haben (ebd.).

Die Ergebnisse streuen stark. Offensichtlich bewegt man sich auf Neuland. Im übrigen sind bei den tutoriellen Systemen in den nächsten Jahren keine flächendeckenden Innovationen zu erwarten. Der Aufwand ist zu groß. Es mag sein, daß die neuen Programmier- und Autorensprachen die Entwicklungskosten senken. Aber dann braucht es immer noch leistungsstarke Geräte, die die normale Primarschule nicht anschaffen kann. Wenn die Speicherkosten den Prognosen entsprechend sinken, könnten sich die Verhältnisse ab Mitte der neunziger Jahre ändern.

Sekundarschule

Vom 7. bis 12. Schuljahr erweisen sich computerorganisiertes und computerunterstütztes Lernen für die Schulleistung zunächst etwa als gleichwertig (BANGERT-DROWNS u. a. 1985). Mit zunehmendem Alter der Schüler überholt computerorganisiertes Lernen die übrigen Programmtypen (KULIK u. a. 1985 b, S. 382 f.; RIVERS/VOCKELL 1987). Der Trend setzt sich in der Hochschule fort. Je älter die Schüler werden, desto stärker möchten sie die Computerprogramme selber zusammenstellen, variieren und manipulieren.

Hochschule

Hier erweist sich computerunterstütztes Lernen mit einer starken Komponente des computerorganisierten Lernens als wirksamste Form. Die College- und Universitätsstudenten lernen offensichtlich dann am meisten, wenn sie auch die eingestreuten Lernkontrollen, die Abfolge der Einheiten und das Arbeits-tempo selber bestimmen können. Zu diesem Resultat gelangen KULIK und Mitarbeiter (1985 b).

Negativer Befund

Die Metaanalysen für Sekundar- und Hochschulen stimmen in einem Resultat überein: Computernutzung zur Anreicherung sonstiger Unterrichtsmethoden

ist nicht fruchtbar. Auf „Computer enriched instruction“ sollte man verzichten. Wer da und dort ein 10-Minutenprogramm einsetzt, erzielt keine bessere Schulleistung. Das heißt: lieber herkömmlicher lehrerzentrierter Unterricht, Kleingruppen in Labors oder nur aus Büchern lernen, als dazwischen kleine Computerversatzstücke einfügen (GOURGEY 1987; KULIK u. a., 1985b). Allerdings macht solcher computerangereicherter Unterricht das Fach beliebter. Die Schüler empfinden den Unterricht als abwechslungsreicher. Die Einstellung zum Fach wird positiver.

6. Unterschiede nach Fächern

Man kann heute für jedes Fach computerunterstützte Lehr- und Lernprogramme kaufen. Sie beginnen bei Simulationen des Freien Falles und enden bei der Textanalyse von GÜNTER GRASS' Blechtrommel. Die folgenden Daten spiegeln das, was bisher an Programmen entwickelt und eingesetzt worden ist. Die Themenwahl folgte primär der didaktischen Präferenz der jeweiligen Programmautoren. In aller Regel fehlte eine tiefergehende didaktische Reflexion. Wir können also nicht sagen, wie das optimale Zusammenspiel zwischen Fächern und Computer aussehen würde. Die nachstehenden Aussagen muß man also mit einem Eingangssatz lesen: Betrachtet man die Programme, die bisher entwickelt und benutzt worden sind, verteilt sich die Wirksamkeit wie folgt.

6.1. Primarstufe

NIEMIC und WALBERG (1985, S. 4) haben den Primarschulbereich auf der Basis von 48 Untersuchungen gesichtet und kamen zu folgenden Resultaten. Dabei sind ES die Effektstärke, N die Anzahl der Untersuchungen und SD die Standardabweichung.

Tabelle 1:

Fachgebiet	ES	N	SD
Ohne Angabe	.78	11	.44
Vokabeln/Wortschatzübungen	.40	16	.44
Textverstehen	.11	14	.41
Ausdrucksfähigkeit	.48	7	.61
Rechtschreibung	.38	6	.31
Mathematik: Aufgaben lösen	.61	35	.37
Mathematik: Mathemat. Denken	.37	23	.56
Sozialkunde	.38	1	—
Lesen, nicht differenziert	.24	9	.38
Mathematik, nicht differenziert	.28	28	.17
Naturwissenschaften	.28	2	.32
Verschiedenes	.28	9	.32

KULIK und Mitarbeiter haben in ihrer Auswertung der Primarschule kein wesentlich anderes Ergebnis gefunden. Die Mathematikprogramme waren den anderen leicht, aber nicht signifikant überlegen (KULIK u. a. 1985b).

6.2. Sekundarstufe

Für die Sekundarstufe und die Universität gibt es noch keine komplette Übersicht. Zwei Ergebnisse stehen aber fest. Erstens: Eindeutig ist die schlechte Ausbeute in den Naturwissenschaften. Die vielen Simulationen senken den Wert. Die Schüler erfreuen sich zwar an den neuen Farbtupfern im naturwissenschaftlichen Unterricht, aber sie lernen und behalten nicht mehr als im Normalunterricht (DEKKERS/DONATTI 1981). Zweitens: Wer Computerprogramme in Geschichte, Religion oder in Latein mitbrachte, löste einen Überraschungseffekt aus. Entsprechend positiv sind die Daten. Die Wirkungen der Computerprogramme sind hier besser als in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern.

Für diesen Unterschied mag es noch eine andere Erklärung geben. Wer es wagt in Geschichte, Kunst oder Religion einen Computer einzusetzen, muß sein Curriculum sorgfältig konzipieren und sich professioneller Softwareentwicklung bedienen. Dagegen haben sich inzwischen notgedrungen tausende von Mathematik- und Naturwissenschaftslehrern BASIC beigebracht und schreiben ihre Programme selber.

7. Einstellungsänderungen bei den Schülern

Über die emotionale Auswirkung von Computern sind viele Spekulationen und Mutmaßungen veröffentlicht worden. Die meisten malten ein düsteres Szenario. Heute wissen wir über das Feld ziemlich genau Bescheid. Die Geschlechter unterscheiden sich im Jugendalter im Hinblick auf Einstellungen und Gefühle deutlich, in den ersten Schuljahren dagegen kaum. Kontakt mit elektronischen Datenverarbeitungsgeräten löst nicht automatisch eine positive Einstellung aus. Im übrigen ist das Bild uneinheitlich, was wir im folgenden kurz referieren.

7.1. Einstellung zu Fach und Stoff

DEKKERS und DONATTI (1981) fanden in der Metaanalyse von 93 Untersuchungen, daß Computersimulationen im Unterricht die Einstellung zum Unterricht positiv verändern. Die Schulleistung wird aber nicht besser. BANGERT-DROWNS u. a. (1985) bestätigen das Ergebnis allgemein für den computergestützten Unterricht. Nach neun von elf Studien verbesserte sich die Einstellung zum Lernstoff. Der Effekt war aber marginal; ähnlich bei KULIK u. a. (1983). Nach WILLETT u. a. (1983) lagen computerunterstützte und computerorganisierte Programme unter dem Mittelwert anderer Methoden. Einzig ein Simulations-

programm hob sich hervor. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß Computereinsatz nicht in jedem Fall eine Steigerung von Motivation und Interesse gegenüber dem Unterrichtsfach mit sich bringt.

7.2. Einstellung zu PCs und anderen Computern

Von 10 Untersuchungen auf der Sekundarstufe sind 7 positiv; jedenfalls bei den männlichen Jugendlichen. Zuneigung und Vertrauen zum Computer nehmen mit dem Alter zu (KULIK u. a. 1983; BANGERT-DROWNS u. a. 1985). Bei den Mädchen ist das Bild uneinheitlich (COLLIS 1987; HATTIE/FITZGERALD 1987). Ein großer Teil der Mädchen verstärkt die Ablehnung während der Jahre. Die ablehnende Haltung wächst bis zum 17. Lebensjahr.

Interessant ist folgender Befund: Alle Elementarschüler trauen sich mit Computern signifikant mehr zu als Sekundarschüler. Ebenso verhält es sich mit der Vorstellung, daß für einen selbst eine Computerkarriere in Frage käme (DAWN SMITH 1987). COLLIS und Mitarbeiter (1988) befragten 3000 Jugendliche nach ihren Gefühlen bei Computergebrauch in drei verschiedenen Situationen: a) in der Schule, b) beim Spielen zu Hause und c) bei der Arbeit an Geräten außerhalb der Schule. Der größte Teil der Jugendlichen sitzt ruhig und mit einem sicheren Gefühl am Computer. Situationstypische Unterschiede sind nicht feststellbar, wohl aber geschlechtsspezifische. Mehr Mädchen als Jungen gaben für alle drei Situationen an, beim Umgang mit dem Computer Nervosität und Unsicherheit zu verspüren.

8. Mädchen, Frauen und Computer

In allen westlichen Industriestaaten haben Mädchen und Frauen im Mittel Probleme mit Physik und Chemie, wie sie in den heutigen Bildungsinstitutionen angeboten werden. Interesse, Lernbereitschaft und auch der Lernerfolg sind bei der Gesamtheit der Mädchen und jungen Frauen in diesen Fächern niedriger als bei den männlichen Altersgenossen (LEHRKE u. a. 1985). Mit der Dauer des Obligatoriums nimmt das Desinteresse zu. Wenn die Fächer nach einiger Zeit zur Wahl freigegeben werden, wählen 90 % der Mädchen diese ab. Daß nun aber die kleinen Bildschirmgeräte, die sich wie Mini-Fernsehapparate präsentieren und über eine kleine Tastatur zu bedienen sind, in die gleiche technische Wahrnehmungsrubrik fallen sollen wie die Experimentalphysik und die Chemie, hat mich und andere überrascht, die sich seit Jahren mit dem Thema beschäftigen. Jede Küchenmaschine zeigt an der Oberfläche mehr Technik. Und an Schreibmaschinen haben Millionen von Frauen gesessen, wenn auch nicht immer freiwillig. Was wissen wir nun über die Geschlechterdifferenzen bei der Computerbenutzung?

8.1. Zugang und private Nutzung

Männliche Jugendliche haben häufiger PCs zu Hause als Mädchen. Das Verhältnis beträgt international etwa 4:1. Hinter der Differenz stehen die Eltern und die Jugendlichen selber (CHEN 1986; COLLIS u. a. 1988; KANDERS/ZIMMERMANN 1985; SANDER 1986). Männliche Jugendliche benutzen öfter Geräte bei Klassenkameraden. Mädchen tun dies kaum. Allerdings hat der private Zugang zu PCs und die private Benutzungsdauer auf die getestete Programmierleistung in der Schule keinen Einfluß (LINN/DALBEY 1985, S. 199). Die Homecomputer dienen den Jugendlichen vorwiegend zum Spielen und zur Unterhaltung, was sich übrigens mit dem TV-Konsum deckt. Obwohl das Fernsehen inzwischen eine Fülle schulergänzender Programme anbietet, deren Qualität man im normalen Lehrerunterricht nicht erreicht, nutzen die Jugendlichen diese Programme kaum (SPANHEL 1987; 1988).

8.2. Freiwillige Belegung von Kursen

Unter folgenden Bedingungen melden sich Mädchen am ehesten zu einem Computerkurs in oder außerhalb der Schule: Die Eltern motivieren das Mädchen und kaufen ihm einen Computer. Das Mädchen hat keine Angst vor dem Stoff im Informatikkurs und sieht zugleich eine gewisse berufliche Verwertungsmöglichkeit des Gelernten (CHEN 1986; SANDER 1986). Die Teilnahmebereitschaft der Mädchen und Frauen steigt, wenn der Kurs verspricht, nicht nur Programmieren, Textverarbeitung und anderes Handwerkswissen zu vermitteln. Sie wünschen die Behandlung des Computers als Ganzes mit Geschichte, Aufbau, Auswirkung usw. (DICK/FAULSTICH-WIELAND 1988; SANDER 1986; BRANDES/SCHIERSMANN 1986). Diesem Bildungsinteresse kommt die Informationstechnische Grundbildung, die in der Schweiz, in der Bundesrepublik Deutschland und einigen anderen Ländern obligatorisch eingeführt wird, besser entgegen als das in den USA bevorzugte Programmierenlernen.

8.3. Einstellung

Das Folgende ist die Quintessenz aus 17 Studien in mehreren westlichen Industrieländern (HATTIE/FITZGERALD 1987): Männliche Jugendliche entwickeln eine positivere Einstellung zum Computer als Mädchen. Die Einstellungen der Mädchen sind stärker polarisiert. Es gibt pointierte Befürworterinnen und Gegnerinnen. Die Kinder im Kindergarten und in den ersten Klassen betrachten den Computer offensichtlich noch neutral (LIPINSKI 1986). Aversion und Begeisterung bilden sich erst ab dem 9./10. Lebensjahr aus. Die Ausprägung nimmt bis zum 17. Lebensjahr zu. Der Computereinsatz in Mathematik und Naturwissenschaften erzeugt die höchsten Einstellungsunterschiede. In der Mathematik projizieren die Mädchen negative Einstellungen gegenüber Mathematik auf die PCs (COLLIS u. a. 1988).

Vielleicht sollten wir noch einen pädagogisch wichtigen Gesichtspunkt näher betrachten: Die jugendlichen Mädchen und jungen Frauen setzen sich verbal mehrheitlich für eine Beschäftigung mit den Computern ein und finden nicht, daß Männer talentierter seien (KWAN u. a. 1985; BRANDES/SCHIERSMANN 1986). Ihr Selbstvertrauen, ihr Wohlbefinden und die Einschätzung des persönlichen Nutzwertes in Verbindung mit den Computern liegen aber erheblich unter jenen des anderen Geschlechtes (HATTIE/FITZGERALD 1987; SANDER 1986; CHEN 1986 u. a.).

8.4. Epochales Phänomen?

Vielleicht werden wir in dreißig Jahren diese starken Geschlechtsdifferenzen bei der Einstellung nicht mehr finden. 14- bis 19jährige Mädchen unterscheiden sich deutlich von den Frauen ab 20. In dieser Altersgruppe sind nur 30 % überhaupt nicht an PCs interessiert. Dieser Anteil ist somit 50 % niedriger als der bei allen Altersgruppen. Allerdings umfaßt die entsprechende männliche Ablehnergruppe nur 9 % (BRIGITTE: BRANDES/SCHIERSMANN 1986). Prognosen über die künftige Entwicklung kann man jedoch nicht abgeben.

8.5. Begabung und Leistung in Programmierkursen

Die Fähigkeit zum Programmieren unterscheidet sich bei den beiden Geschlechtern nicht. ANDERSON und Mitarbeiter (1987) testeten 6000 Jugendliche, LINN und DALBEY (1985) 500. In ANDERSONS Untersuchung entwickelten die Mädchen bessere Fertigkeiten, vorgegebene Probleme zu analysieren. Die männlichen Schüler waren im Schnitt überlegen, wenn es darum ging, die Programme zu schreiben. Diese Beobachtung paßt zum Faktum, daß bei gleichen Fähigkeiten und Fertigkeiten Jungen öfter eigene Programme schreiben als Mädchen (z. B. KANDERS/ZIMMERMANN 1985).

Die wohl umfassendste Studie über Einflußfaktoren auf das Programmierenlernen bei Jugendlichen stammt von MANDINACH und LINN (1987). Ihre Population umfaßte 2400 Schüler aus einem Programmierkurs in BASIC. Die Lehrer von 3 verschiedenen Schulen benannten aufgrund eines Tests und der allgemeinen Kursleistungen die 98 besten jugendlichen Programmierer. Aus dieser Gruppe ermittelte ein Test wiederum die 24 besten. Darunter befanden sich 15 Mädchen und 9 Jungen. Diese 24 Jugendlichen bearbeiteten darauf eine Programmieraufgabe, die sich über 3 Wochen erstreckte. MANDINACH und LINN verglichen die 98 guten Programmierer, die 24 sehr guten Programmierer und eine Kontrollgruppe von 500 Schülern nach den Ergebnissen in mehreren Intelligenztests und Tests zur Erfassung von Programmierfähigkeiten.

Das Fazit: Um ein herausragender jugendlicher Programmierer zu werden, muß man keine besonders hohe Intelligenz und kein spezielles Talent besitzen. Mädchen und Jungen unterschieden sich nicht. Allerdings muß man fleißig sein. Alle 98 taten mehr als das Nötigste. 1/4 von ihnen spielte und arbeitete 10 Stunden wöchentlich am PC. Guter Unterricht und persönlicher Fleiß beim

Ausprobieren und Üben zu Hause sind wichtiger als alle anderen Faktoren (MANDINACH/LINN 1987, S. 69).

9. Soziale Auswirkungen

9.1. Mehr Gespräche

Wenn Computer in Schulzimmern stehen, sprechen Schüler mehr miteinander. Insbesondere unterhalten sie sich mehr über unterrichtsbezogene Themen (z.B. HAWKINS u. a. 1982). Die Angst vor Millionen kleiner Solipsisten ist unbegründet. Im Gegenteil: Computer bringen Schüler in der Schule zum Sprechen. Für viele Außenstehende ein Paradox! Ein Sekundäreffekt der Schülerunterhaltung ist die höhere Schulleistung. Der Mechanismus ist oft repliziert worden: Wenn Schüler zu zweit oder zu dritt einen Lehrstoff oder eine Problemlösung durchsprechen, sind Behaltensleistungen und Transfer in strukturell ähnlichen Gebieten besser als ohne Kommunikation (LANGER u. a. 1974).

9.2. Gefahren

Die offene Arbeitssituation an einem Gerät birgt aber auch eine Gefahr: In einzelnen Schülergruppen bilden sich Führer oder Führerinnen heraus, die für die anderen die Aufgaben lösen, das Tempo angeben oder vorwiegend die Tastatur bedienen (BECKER 1984; HANSEN 1988). Wenn man solche Schülergruppen sich selber überläßt, kommt es öfter zu aggressivem Verhalten (LIPINSKI u. a. 1986).

9.3. Dasselbe in der Freizeit

Einige Presseorgane haben von Computereinsiedlern berichtet, die sich in ihrem Zimmer vergraben, über Tage kaum mehr essen, aus verquollenen Augen mit ihrem Computer-Du kommunizieren und darob ihre Umwelt vergessen. Es mag sie geben. Typisch sind sie nicht. Angesichts der Untersuchungslage müssen wir zumindest für die männliche Jugend das Gegenteil festhalten. Der Homecomputer stimuliert die Kommunikation unter den männlichen Altersgenossen. Allerdings scheint er die Geschlechter eher zu separieren.

Computernutzende Jugendliche sind mehr miteinander im Gespräch als die Abstinenten (SINHART/LEHMANN 1988; CHEN 1986; CHEN 1986, HANSEN 1988). Vor allem Jungen kommen auch für Computerspiele zusammen. Während der Spiele reden sie miteinander. Sie arbeiten zusammen und benutzen auch Geräte von Freunden. Bei Mädchen konnte der Vorgang nicht beobachtet werden. Die Rate ist wesentlich niedriger. Abschottungen sind bei männlichen

Computerfreunden hie und da beobachtet worden, bei Mädchen praktisch nie (z. B. SANDER 1986; SCHULZ-ZANDER 1988).

10. Auswirkungen auf schwache Schüler

Hier zeigt der Computer eine überraschende Seite. NIEMIC und WALBERG (1985) fanden in 48 Untersuchungen, daß der Computereinsatz bei schulisch weniger talentierten Primarschülern mehr erreicht als bei den anderen. Die 40 Mathematikstudien in Primar- und Sekundarschulen bestätigen das Bild (BURNS/BOZEMAN 1981). KULIK u. a. (1983), BANGERT/DROWNS (1985) kommen für Primar- und Sekundarschule zum gleichen Befund. Dieser Vorteil des computerunterstützten Lernens ist eindeutig. Nirgends in der Literatur wird er bestritten. Auch die Verwendungsart erschüttert das Ergebnis nicht. Der Computer als Übungsgerät wie als Tutor hilft schlechten und schulisch weniger talentierten Kindern und Jugendlichen besser als den übrigen.

Wie kann man mit diesem empirischen Datum umgehen? Die Computerfans werden versuchen, den letzten Skeptiker zu bekehren, der sich bisher aus humanistischen und sozialen Gründen vom Computer abgewandt hat.

Jeder Lehrer und Ausbilder von Lehrern muß betroffen sein. Denn das Resultat sagt folgendes: Im normalen, lehrergesteuerten Unterricht mit der üblichen Zahl von 20 bis 30 Schülern gelingt es uns nicht, die schlechten oder schulisch weniger intelligenten Kinder und Jugendlichen zu aktivieren und zu ihrer möglichen Bestleistung zu bringen. Diese benachteiligte Gruppe ist nicht lernunwillig, sondern greift nach dem Angebot, das nicht lehrergesteuert ist.

Für den Schulpädagogen kommt das Ergebnis nicht überraschend. Er konnte es erwarten aufgrund der unterschiedlichen Interaktion von Lehrern mit schlechten und guten Schülern, aufgrund der Lerntempobestimmung durch die Steuerungsgruppe (Lundgreneffekt) und aufgrund der Beurteilungs- und Benotungspraxis (BROPHY/GOOD 1974; HOFER 1986; INGENKAMP 1985; LUNDGREN 1972).

11. Methodische Anforderungen an künftige Forschung

11.1. Die Zeitdauer des Versuches

DEKKERS und DONATTI (1981) stellten in ihrer Metaanalyse von 93 Untersuchungen über Simulationen eine negative Korrelation zwischen Programmdauer und kognitiven Effekten fest. Je länger der Unterricht dauert, desto geringer ist der Vorteil der Computersimulation gegenüber anderen Lernmedien oder Realexperimenten. Nach diesem Resultat sind KULIK und Mitarbeiter dem Problem allgemein nachgegangen. Ihre Metaanalyse erfaßte 175 Studien, verteilt über alle Schulstufen und Einsatzvarianten. Ihr Ergebnis bestätigt das Phänomen aus dem Spezialgebiet der Computersimulation nicht. Die Kurz-

zeitstudien ergaben für computergestützte Programme bei Schulleistungen eine Effektstärke von 0.34, für die Langzeitstudien 0.26. Die Differenz ist nicht signifikant (KULIK u. a. 1985a, S. 383).

Wer den Lerneffekt von computergestützten Lernprogrammen untersucht, wird also auf eine angemessene Beobachtungsdauer von einigen Wochen oder Monaten achten müssen. Auch bei Einstellung und Motivation ist der Abfall nach 8 Wochen bislang beachtlich (LEHMAN/LAUTERBACH 1985). Deshalb verlangt BECKER (1988, S. 12) von Untersuchungen eine minimale Versuchsdauer von 8 Wochen. Es ist denkbar, daß die große Anfangsbegeisterung Jahr für Jahr abnimmt und damit auch die rasch ansteigende und abfallende Motivationskurve verschwindet. Da die Zahl der Untersuchungen von Computern im Bildungswesen zunimmt und die Innovationen allein auf der Hardwareseite noch mindestens 10 Jahre anhalten, werden wir Ende der neunziger Jahre mehr wissen.

11.2. Intervenierende Variablen

Wir kennen die allgemeinen Auswirkungen von computerunterstütztem Lernen. Wir kennen die großen Blöcke unabhängiger Variablen (Intelligenz, Alter, Programmtyp und ähnliches). Die Wechselwirkung von Variablen und die intervenierenden Variablen sind schwer zu fassen. Natürlich gibt es einige sogenannte Modelle. BETTY COLLIS (1988) verbindet z. B. Schülercharakteristiken, Merkmale der Schule und der Lehrer mit Hardware- und Softwaretypen. Oft wird die Kontrolle der Lehrervariablen angemahnt. Es müßte also ein eigenes Maß für die Qualität der beteiligten Lehrer konstruiert werden. Andererseits sieht es aber so aus, als ob wir diese Variable vernachlässigen könnten. Die KULIKgruppe hat keine Differenzen zwischen Studien mit und ohne Kontrolle des Lehrerverhaltens gefunden (KULIK u. a. 1985b, S. 385).

Im Moment gibt es keine eindeutige Forschungsstrategie. Bei den tutoriellen Systemen mit starker Forschungskomponente werden auf der Basis der lernpsychologischen Modelle und KI-Prinzipien Hypothesen generiert, die dann getestet werden. Bei den Simulationsprogrammen vermag ich zur Zeit keine spezifische theoretische Basis auszumachen. Hier sind offensichtlich die didaktische Qualität und die Einbettung wichtiger als alles andere. Die computerorganisierten Systeme sind eher wie die früheren programmierten verzweigten Programme und wie individualisierte Kurse zu untersuchen.

11.3. Time on Task

Die Zeit, während der sich ein Lernender mit einer Aufgabe beschäftigt, bestimmt den Lernerfolg erheblich. Beim Vergleich zwischen computerunterstütztem Lernen und anderen Lehr-Lernformen scheinen Forscher mit diesem Faktor etwas locker umgegangen zu sein. Das hängt mit zwei praktischen Anlässen zusammen. Computer verleiten, länger am Gerät zu bleiben als man eigentlich beabsichtigt. Unter realistischen Settings werden sich Lehrerinnen

und Lehrer schwer dazu bewegen lassen, Schüler von den Geräten wegzutreiben, was beim Schulbuch nicht nötig ist. Auch arbeiten in vielen Schulen zwei Schüler an einem Gerät, wodurch schon die Experimentalgruppe einen Vorteil durch Time on Task aufweist. CLARK (1985) hat unter diesem Gesichtspunkt dreißig Studien durchgesehen. Er gelangt nicht zum Schluß, der heutige Wissensstand sei durch diesen Faktor verfälscht, mahnt aber zu einer strikten Kontrolle dieser Versuchsbedingung.

11.4. Wissenssoziologisches Phänomen beachten!

Während meiner Studien bin ich einem Phänomen begegnet, das professionelle Wissenssoziologen sicher untersucht haben, das mir aber in der Erziehungswissenschaft nicht bekannt war. Untersuchungen, die in Fachzeitschriften und Büchern publiziert sind, haben eine Effektstärke von 0.42, Dissertationsdrucke dagegen eine von 0.20 (KULIK u. a. 1985b, S. 384; ähnlich KULIK u. a. 1983; BANGERT-DROWNS u. a. 1985).

Die Herausgeber von Zeitschriften und Sammelbänden ziehen also Manuskripte mit deutlichen Resultaten solchen vor, die zwar niedrige Werte haben, aber methodische Raffinessen oder andere Besonderheiten aufweisen. Wer ein vollständiges Bild über den Forschungsstand gewinnen will, muß die Dissertationsabstracts, Kongreßpapiere und Datenbanken aufarbeiten oder die professionellen Metaanalytiker konsultieren. Keinesfalls darf man sich auf die Fachzeitschriften allein verlassen. Damit dürfte auch die Best-evidence-synthesis-Methode in vielen Fällen nicht geeignet sein, allgemeine Aussagen über Wirkungen und Zusammenhänge pädagogischer Maßnahmen zu machen.

11.5. Immanenter Anstieg der Wirksamkeit

Die Computerfreunde können der Zukunft optimistisch entgegensehen. Die Effektivität der Computernutzung wird steigen. Für diesen Optimismus spricht die Entwicklung der letzten 15 Jahre. KULIK u. a. (1983) und BANGERT-DROWNS u. a. (1985) fanden für den Sekundarbereich folgenden Zusammenhang: Je jünger die Untersuchung, desto größer die Auswirkung. Der Befund ist verständlich. Hard- und Software sind in den letzten Jahren ständig verbessert worden, somit auch die Effektivität.

Der Primarbereich zeigt die genannten Steigerungen nicht (NIEMIC/WALBERG 1985). Unsere Deutung wäre folgende: Insbesondere in den USA sind im Primarbereich viele simple Übungsprogramme in Gebrauch, die durch leistungsfähigere Computersysteme nicht zu verbessern sind und durch bessere Software selten ersetzt werden.

Wir müssen also Werte neuerer Untersuchungen relativistisch korrigieren – wie wenn wir Messungen an Objekten vornehmen, die an der Sonne vorbeifliegen. Die einfachste Relativierung bestünde darin, nur Untersuchungen aus dem

gleichen Entwicklungsstand zu vergleichen. Das wäre etwa ein Zeitraum von 10 Jahren.

Literatur

- ANDERSON, R. E.: Females Surpass Males in Computer Problem Solving: Findings from the Minnesota Computer Literacy Assessment. In: *Journal of Educational Computing Research* 3 (1987), H. 1, S. 39–51.
- BANGERT-DROWNS, R. L./KULIK, J. A./KULIK, C. C.: Effectiveness of Computerbased Education in Secondary Schools. In: *Journal of Computer-Based Instruction* 12 (1985), S. 59–68.
- BECKER, H. J.: The Classroom Context of Microcomputers: How Different Schools Manage the Problems. Paper prepared for presentation at the 1984 meetings of the American Educational Research Association, New Orleans, April 1984.
- BECKER, H. J.: The impact of Computer Use on Children's Learning: What Research has Shown and what it has not. The Johns Hopkins University; Center for Research on Elementary & Middle Schools. No. 18., July, 1987.
- BECKER, H. J.: A Field Experiment at a Distance: Studying on a National Scale the Effectiveness of Instructional Practice that Use Computers. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. New Orleans 1988.
- BONFADELLI, H./DARKOW, M./ECKHARDT, J./FRANZMANN, B./KABEL, R./MEIER, W./WEGER, H.-D./WIEDEMANN, J.: *Jugend und Medien*. Frankfurt 1986.
- BRIGITTE: BRANDES, U./SCHIERSMANN, C.: *Frauen, Männer und Computer*. 2 Bde. Hamburg 1986.
- BROPHY, J. E./GOOD, T. L.: *Teacher-Student-Relationships*. New York: Holt, Reinhardt & Winston 1974.
- BROWN, L. K.: *Taking Advantage of Media*. Boston: Routledge and Kagen, Paul 1986.
- BURNS, P. K./BOZEMAN, W. C.: Computer-Assisted Instruction and Mathematics Achievement: Is There a Relationship? In: *Educational Technology* (1981), S. 32–39.
- CHEN, M.: Gender and Computers: the Beneficial Effects of Experience on Attitudes. In: *Journal of Educational Computing Research* 2 (1986), S. 256–282.
- CLARK, R. E.: The Importance of Treatment Explication. A Reply to J. KULIK, C.-L. KULIK and R. BANGERT-DROWNS. In: *Journal of Educational Computing Research* 1 (1985) S. 389–394.
- COLLIS, B.: Manipulating Critical Variables: A Framework for Improving the Impact of Computers in the School Environment. Paper prepared for EURIT '88. Lausanne, Switzerland, July, 1988.
- COLLIS, B.: Sex Differences in the Association between Secondary School Students' Attitudes toward Mathematics and toward Computers. In: *Journal for Research in Mathematics Education* 18 (1987) S. 394–402.
- COLLIS, B. A./KASS, H./KIEREN, T. E.: A Multidimensional Study of Adolescent Gender Differences in Computer Use and Impact. In: Annual meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, April 5–9, 1988.
- DAWN SMITH, S.: Computer Attitudes of Teachers and Students in Relationship to Gender and Grade Level. In: *Journal of Educational Computing Research* 3 (1987), S. 479–494.
- DEKKERS, J./DONATTI, S.: The Integration of Research Studies on the Use of Simulation

- as an Instruction Strategy. In: *Journal of Educational Research* 74 (1981), S. 424-427.
- DICK, A./FAULSTICH-WIELAND, H.: Der hessische Modellversuch. „Mädchenbildung und Neue Technologien“. In: *LOG IN* 8 (1988), S. 20-24.
- DIEM, R. A.: Microcomputer Technology in Educational Environments: Three Case Studies. In: *Journal of Educational Research* 80 (1986), S. 93-97.
- FRASER, B. J./WALBERG, H. J./WELCH, W. W./HATTIE, J. A.: Syntheses of Educational Productivity Research. In: *International Journal of Educational Research* 11 (1987), S. 145-252.
- FREY, K.: Computer und Bildung: Auswirkungen, Chancen und Probleme. In: *Universitas* 40 (1985), S. 971-981.
- FREY, K.: Microcomputer Applications in Education. In: *Education and Computing* 4 (1988), S. 1-7.
- GERSHMAN, J./SAKAMOTO, E.: Computer-Assisted Remediation and Evaluation: A CAI Project for Ontario Secondary Schools. In: *Educational Technology* (1981), S. 40-43.
- GLASS, G. V./MCGAW, B./SMITH, M. L.: *Meta-analysis in Social Research*. Beverley Hills: Sage 1981.
- GOUGEY, A. F.: Coordination of Instruction and Reinforcement as Enhancers of the Effectiveness of Computer-assisted Instruction. In: *Journal of Educational Computing Research* 3 (1987) S. 219-230.
- HANSEN, K.-H.: *Computer Use, School Culture, and Psycho Social Development*. (IPN) Kiel 1988. (Unveröff.)
- HATTIE, J./FITZGERALD, D.: Sex Differences in Attitudes, Achievement and Use of Computer. In: *Australian Journal of Education* 31 (1987), S. 3-26.
- HAWKINS, J./SHEINGOLD, K./GEARHART, M./BERGER, C.: Microcomputers in Schools: Impact on the Social Life of Elementary Classrooms. In: *Journal of Applied Development Psychology* 3 (1982), S. 361-373.
- HOFFER, M.: *Sozialpsychologie erzieherischen Handelns*. Göttingen 1986.
- HOFFMAN, J. L./WATER, K.: Some Effects of Student Personality on Success with Computer-Assisted Instruction. In: *Educational Technology* (1982), S. 20-21.
- INGENKAMP, K.: *Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik*. Weinheim 1985.
- JAMES, R. K./NOYES, I.: Assessing the Implementation of Microcomputers. Paper presented at the national convention of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, April 29, 1984.
- KANDERS, M./ZIMMERMANN, P.: Schüler am Computer. Ergebnisse einer schriftlichen Befragung von 200 Dortmunder Schülern. (ASF-Werkheft 21.) Dortmund 1985.
- KULIK, J. A.: Integrating Findings from Different Levels of Instruction. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Los Angeles, April, 1981.
- KULIK, J. A./BANGERT, R. L./WILLIAMS W. G.: Effects of Computer-based Teaching on Secondary School Students. In: *Journal of Educational Psychology* 75 (1983) S. 19-26.
- KULIK, J. A./KULIK, C.-L. C./BANGERT-DROWNS, R. L.: Effectiveness of Computerbased Education in Elementary Schools. In: *Computers in Human Behavior* 1 (1985), S. 59-74. (a)
- KULIK, J. A./KULIK, C.-L. C./BANGERT-DROWNS, R. L.: The Importance of Outcome Studies: A Reply to CLARK. In: *Journal of Educational Computing Research* 1 (1985), S. 381-387. (b)
- KWAN, K./TRAUTH, M./DRIEHAUS, C.: Gender Differences and Computing: Students' Assessment of Societal Influences. In: *Education & Computing* 1 (1985), S. 187-194.

- LANGER, I./SCHULZ VON THUN, F./TAUSCH, R.: Verständlichkeit. München 1974.
- LAUTERBACH, R./FREY, K.: Educational Software: Review and Outlook. In: Prospects 17 (1987), S. 387–395.
- LEHMANN, J./LAUTERBACH, R.: Die Wirkungen des Computers in der Schule auf Wissen und Einstellungen. In: LOG IN 5 (1985), H. 1, S. 24–27.
- LEHRKE, M./HOFFMANN, L./GARDNER, P. (Eds.): Interests in Science and Technology Education. Kiel/Paris 1985.
- LINN, M. C.: Progress Report Autonomous Classroom Computer Environments for Learning. Berkeley, May 1988. (UC Berkeley.)
- LINN, M. C./DALBEY, J.: Cognitive Consequences of Programming Instruction, Access, and Ability. In: Educational Psychologist 20 (1985), S. 191–206.
- LIPINSKI, J. M./NIDA, R. E./SHADE, D. D./WATSON, J. A.: The Effects of Microcomputers on Young Children: An Examination of Free-play Choices, Sex Differences, and Social Interactions. In: Journal of Educational Computing Research 2 (1986), S. 147–168.
- LUNDGREN, U. P.: Frame Factors and the Teaching Process. Stockholm: Almqvist & Wiksell 1972.
- MANDINACH, E. B./LINN, M. C.: Cognitive Consequences of Programming: Achievements of Experienced and Talented Programmers. In: Journal of Educational Computing Research 3 (1987), S. 53–72.
- MANDL, H./SPADA, H. (Hrsg.): Wissenspsychologie. Weinheim 1988.
- MENIS, Y./SNYDER, M./BEN-KOHAV, E.: Improving Achievement in Algebra by Means of the Computer. In: Educational Technology (1980), S. 19–23.
- MEYROWITZ, J.: No Sense of Place. London; Oxford University Press 1985.
- NIEMIC, R. P./WALBERG, H. J.: Computers and Achievement in the Elementary School. In: Journal of Educational Computing Research 1 (1985), S. 435–440.
- PFLÜGER, J./SCHURZ, R.: Der maschinelle Charakter. Sozialpsychologische Aspekte des Umgangs mit Computern. Opladen 1987.
- POSTMAN, N.: The Disappearance of Childhood. New York: Delacorte 1982.
- RIVERS, R. H./VOCKELL, E.: Computer Simulations to Stimulate Scientific Problem Solving. In: Journal of Research in Science Teaching 24 (1987), S. 403–415.
- SANDER, W.: Schüler und Computer. Eine Untersuchung zum Informatikunterricht an Münsteraner Gymnasien. Ein Zwischenbericht. Münster 1986.
- SCHMIDT, M./WEINSTEIN, T./NIEMIC, R./WALBERG, H. J.: Computer-Assisted Instruction with Exceptional children. In: Journal of Special Education 19 (1985–86), S. 493–502.
- SCHULZ-ZANDER, R.: log in. Schwerpunktheft Mädchen und Frauen. Sonderheft 8. München 1988.
- SINNART, D./LEHMANN, J.: Computernutzung und Lesen. (IPN.) Kiel 1988.
- SLAVIN, R. E.: Best-evidence Synthesis. In: Educational Researcher 15 (1986) H. 9, S. 5–11.
- SLOANE, K. D./LINN, M. C.: Instructional Conditions in Pascal Programming Classes. Berkeley 1988. (Unpublished paper, UC Berkeley.)
- SPANHEL, D.: Jugendliche vor dem Bildschirm. Weinheim 1987.
- SPANHEL, D.: Neue Medien – eine Herausforderung für die Schulen? Zur Bedeutung der neuen Medien für Jugendliche aus entwicklungstheoretischer und alltagsweltlicher Sicht. Universität Erlangen-Nürnberg 1988.
- WALBERG, H. J.: Synthesis of Research on Teaching. In: WITTRICK, M. C. (Ed.): Handbook of Research on Teaching. New York: Macmillan 1986, S. 214–229.
- WALBERG, H. J.: Productive Teaching and Instruction: Assessing the Knowledge Base. (University of Illinois at Chicago, School of Education; 18pp, mimeographed.) 1988.

- WEBB, N. M.: The Role of Gender in Computer Programming Learning Processes. In: Journal of Educational Computing Research 1 (1985), S. 441–458.
- WHAT WORKS. Research about Teaching and Learning. (U. S. Department of Education) Washington: Second Edition 1987.
- WILLET, J. B./YAMASHITA, J. J. M./ANDERSON, R. D.: A Meta-analysis of Instructional Systems Applied in Science Teaching. In: Journal of Research in Science Teaching 20 (1983) S. 405–417.

Abstract

Effects of Computer Use in Education. A Survey on Empirical and Meta-Analytical Studies

Today, around 400 empirical studies on the effects of computer use in education are available, not counting twice as many case studies and reports from practice. Thus, the time seems right for a first systematic inventory. Our survey covers studies published up to mid-1988 and focuses on the following issues: a) effects of computer use according to school level (i. e., in primary, secondary, and higher education); b) particularly suitable types of programs; c) differences according to subjects; d) changes in the students' attitudes; e) social effects; f) effects on low achieving students; g) methodological demands on future research.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Karl Frey, ETH-Eidgenössische Technische Hochschule, Institut für Verhaltenswissenschaft, ETH-Zentrum, TUR 1, CH-8092 Zürich.